

WEST**End of Result Set**

Generate Collection

Print

L3: Entry 1 of 1

File: JPAB

Nov 14, 2000

PUB-NO: JP02000315931A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000315931 A

TITLE: SAW RESONATOR, COMPOSITE SAW FILTER AND SAW FILTER

PUBN-DATE: November 14, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

FUJII, HIROHISA

TAKAMINE, YUICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MURATA MFG CO LTD

APPL-NO: JP11122690

APPL-DATE: April 28, 1999

INT-CL (IPC): H03 H 9/145; H03 H 9/64

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a SAW resonator where a frequency interval between a resonance frequency and an anti-resonance frequency is narrowed, the steepness in the vicinity of a pass band can be enhanced in the case that the resonator connected to, e.g. a SAW filter is used for a serial or parallel trap and the insertion loss within the pass band can be improved.

SOLUTION: In the SAW resonator, an IDT 6 having 1st and 2nd interdigital electrodes is placed on a piezoelectric substrate 8. In the case of the IDT 6 where electrode fingers of the 1st interdigital electrode receive a positive potential, electrode fingers of the 2nd interdigital electrode receive a negative potential, the electrode fingers of at least one pair or over receiving the positive potential and the electrode fingers of at least one pair or over receiving the negative potential are inversely placed in a region in which the electrode fingers receiving the positive potential and the electrode fingers receiving the negative potential are placed alternately in the direction of a surface wave propagation.

COPYRIGHT: (C) 2000, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開2000-315931

(P2000-315931A)

(43) 公開日 平成12年11月14日 (2000. 11. 14)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 3 H 9/145
9/64

識別記号

F I

H 0 3 H 9/145
9/64

テマコード (参考)

Z 5 J 0 9 7
Z

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-122690

(22) 出願日 平成11年4月28日 (1999. 4. 28)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 藤井 裕久

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 高峰 裕一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

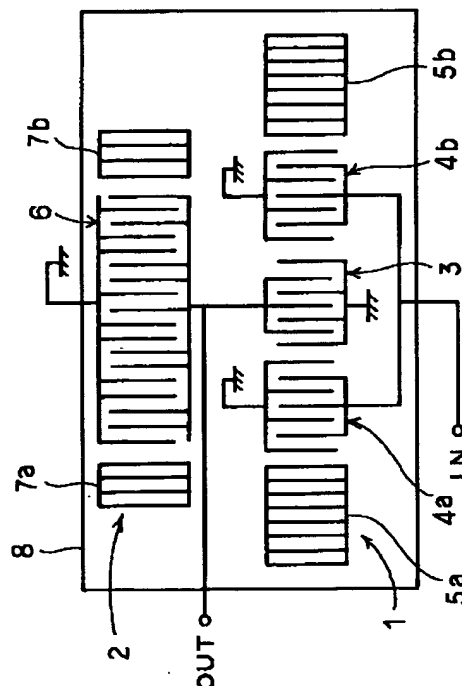
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SAW共振子、複合SAWフィルタ及びSAWフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 共振周波数と反共振周波数との間の周波数間隔を狭めることができ、例えばSAWフィルタに接続して直列または並列トラップとして用いた場合に、通過帯域近傍の急峻性を高めることができると共に、通過帯域内の挿入損失を良好なものとし得るSAW共振子を得る。

【解決手段】 圧電基板8上に、第1、第2のくし歯電極を有するIDT6を有し、該IDT6において、第1のくし歯電極の電極指が正の電位に接続される場合に、第2のくし歯電極の電極指が負の電位に接続され、該正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが表面波伝搬方向において交互に配置されている領域において、少なくとも一対以上の電極指において、正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが反転されているSAW共振子。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、

前記圧電基板上に形成されており、互いに間挿し合う1以上の電極指を有する第1、第2のくし歯電極を含むインターデジタルトランスデューサとを備え、

前記第1のくし歯電極の電極指が正の電位に接続される場合、第2のくし歯電極の電極指が負の電位に接続され、該正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが表面波伝搬方向において交互に配置されている領域において、少なくとも一対以上の電極指対において、正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが反転されていることを特徴とする、SAW共振子。

【請求項2】 圧電基板と、

前記圧電基板上に形成されており、互いに間挿し合う1以上の電極指を有する第1、第2のくし歯電極を含むインターデジタルトランスデューサとを備え、

前記インターデジタルトランスデューサが間引き重み付けあるいは電極反転されており、かつインターデジタルトランスデューサの有効電極率が10～80%の範囲にあることを特徴とする、SAW共振子。

【請求項3】 共振周波数－反共振周波数の周波数間隔が、同じ電極指対数の正規型インターデジタルトランスデューサの場合の共振周波数－反共振周波数の周波数間隔の5～75%の範囲にある、請求項2に記載のSAW共振子。

【請求項4】 前記インターデジタルトランスデューサの有効電極率が10～50%の範囲にある、請求項2に記載のSAW共振子。

【請求項5】 前記SAW共振子の共振周波数－反共振周波数の周波数間隔が、同じ対数の正規型インターデジタルトランスデューサの場合の共振周波数－反共振周波数間隔の5～30%の範囲にある、請求項2に記載のSAW共振子。

【請求項6】 前記インターデジタルトランスデューサの表面波伝搬方向外側に設けられた反射器をさらに備える、請求項1～5のいずれかに記載のSAW共振子。

【請求項7】 SAWフィルタと、SAWフィルタの入力端側または出力端側の少なくとも一方に、少なくとも1個以上の請求項1～6のいずれかに記載のSAW共振子が電氣的に直列及び／または並列に接続されていることを特徴とする複合SAWフィルタ。

【請求項8】 前記SAW共振子がSAWフィルタに直列に接続されており、該SAW共振子の反共振周波数が、SAWフィルタの通過帯域高域側近傍の阻止帯域にある、請求項7に記載の複合SAWフィルタ。

【請求項9】 前記SAW共振子が前記SAWフィルタに並列接続されており、前記SAW共振子の共振周波数が、前記SAWフィルタの通過帯域低域側近傍の阻止帯域にある、請求項7に記載の複合SAWフィルタ。

【請求項10】 複数のSAW共振子が直列腕と並列腕に配置された梯子型回路構成を有するSAWフィルタにおいて、

少なくとも1つのSAW共振子が、請求項1～6のいずれかに記載のSAW共振子である、SAWフィルタ。

【請求項11】 複数のSAW共振子が直列腕及び並列腕に配置された梯子型の回路構成を有するSAWフィルタにおいて、

少なくとも1つのSAW共振子のインターデジタルトランスデューサの有効電極率が10～95%の範囲にある、SAWフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば携帯電話などの通信機器において帯域フィルタなどに用いられる1端子対型SAW共振子及びSAWフィルタに関し、より詳細には、共振周波数と反共振周波数との間の周波数間隔を制御し得るSAW共振子及び該SAW共振子を用いたSAWフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】SAWフィルタは、携帯電話機などの通信機器において帯域フィルタとして幅広く用いられている。近年、携帯電話などの通信システムでは、送信周波数帯域と、受信周波数帯域とが近接している。従って、SAWフィルタにおいて、通過帯域ごく近傍の減衰特性、すなわち減衰特性の急峻化が強く求められている。

【0003】上記のような要求を満たすものとして、特開平7-131290号公報には、複合SAWフィルタが開示されている。この複合SAWフィルタでは、SAWフィルタの入力端または出力端に、第1のSAW共振子が並列に接続されており、第2のSAW共振子が直列に接続されている。

【0004】上記先行技術では、直列接続された第1のSAW共振子の反共振周波数近傍における高インピーダンスにより、SAWフィルタの通過帯域高域側のカットオフ特性の急峻化が図られると記載されている。また、並列接続された第2のSAW共振子の共振周波数近傍における低インピーダンスにより、SAWフィルタの通過帯域の低域側におけるカットオフ特性の急峻化が図られていると述べられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記先行技術に記載の方法において、SAWフィルタの通過帯域のごく近傍において、大きな減衰量を得ようとするには、通過帯域高域側においては第1のSAW共振子の反共振周波数を通過帯域にさらに近づける必要があり、通過帯域低域側においては、第2のSAW共振子の共振周波数を通過帯域にさらに近づける必要があった。

【0006】しかしながら、第1のSAW共振子の反共振周波数を通過帯域にさらに近づけると、反共振周波数

近傍の高インピーダンスによる影響が通過帯域の高域側にも及ぶ。そのため、通過帯域内の高域側において挿入損失が大きくなる。同様に、第2のSAW共振子の共振周波数をSAWフィルタの通過帯域にさらに近づけると、共振周波数近傍の低インピーダンスの影響が通過帯域内の低域側に及ぶ。そのため、通過帯域内の低域側における挿入損失が大きくなる。

【0007】すなわち、上記先行技術に記載の方法では、通過帯域ごく近傍の減衰量を大きくしようとすると、通過帯域における挿入損失が悪化するという問題があった。図25は、SAWフィルタにSAW共振子を並列接続した場合の上記悪影響を説明するための周波数振幅特性を示す図である。

【0008】図25において、破線はSAWフィルタ単体の周波数振幅特性を示し、実線は図15に破線で示すインピーダンス—周波数特性を示すSAW共振子を、上記SAWフィルタに並列に接続した場合の特性を示す。

【0009】なお、拡大スケールによる図は、縦軸の右側のスケールによって拡大した特性であることを示す。また、以下の周波数振幅特性を示す図についても同様に図示されている。

【0010】図25から明らかなように、SAW共振子が並列接続されると、通過帯域低域側近傍、特に減衰量が10dBからより大きくなる周波数領域において、減衰量が増大する。

【0011】しかしながら、SAW共振子の共振周波数をSAWフィルタの通過帯域に近づけたことにより、SAW共振子の共振周波数近傍における低インピーダンスの影響により、通過帯域の低域側が影響されている。すなわち、実線で示されているように、通過帯域低域側における挿入損失が大きくなっている。その結果、通過帯域低域側における急峻性を、減衰量が3dB及び20dBの位置の周波数間隔を基準として判断すると、該周波数間隔はSAWフィルタ単体では3.3MHzであったのに対し、SAW共振子を並列接続した場合3.6MHzにとどまり、結果的に急峻性が向上していないことがわかる。

【0012】図26は、SAWフィルタにSAW共振子を直列接続した場合の上記悪影響を説明するための周波数振幅特性を示す図である。図26において、破線はSAWフィルタ単体の特性を示し、実線は該SAWフィルタに図18に破線で示すインピーダンス—周波数特性を有するSAW共振子を直列接続した場合の特性を示す。

【0013】図26から明らかなように、SAW共振子がSAWフィルタに直列接続されると、通過帯域高域側近傍、特にSAW共振子の反共振周波数にあたる913MHz付近で減衰量が大きくなることがわかる。しかしながら、やはり、SAW共振子の反共振周波数近傍の高インピーダンスの影響が通過帯域の高域側に及び、通過帯域の高域側が欠けている。従って、周波数振幅特性に

において、通過帯域高域側の急峻性を、減衰量レベルが3dB及び8dBの位置の周波数間隔を基準として判断すると、該周波数間隔は、SAWフィルタ単体の場合に2.2MHzであったのに対し、SAW共振子が直列接続されている場合3.4MHzであり、結果として、急峻性が向上していないことがわかる。

【0014】通過帯域の欠け、すなわち挿入損失の悪化を防止するには、並列接続の場合にはSAW共振子の反共振周波数近傍が通過帯域と一致するようにすればよく、また、直列接続の場合にはSAW共振子の共振周波数近傍が通過帯域と一致するように構成すればよい。しかしながら、実際にこのように接続すると、直列接続の場合には反共振周波数が、並列接続の場合には共振周波数が通過帯域近傍から遠ざかり、通過帯域の極めて近傍において大きな減衰量を得ることはできなくなる。すなわち、SAWフィルタにSAW共振子が接続されている従来法では、通過帯域のごく近傍における大きな減衰量と、通過帯域における良好な挿入損失とを両立することはできなかった。

【0015】本発明の目的は、共振点と反共振点との間の周波数間隔を制御することができ、ラダー型などの様々なSAWフィルタを構成するのに好適であり、さらに上記複合型SAWフィルタにおいてSAWフィルタに接続されるのに好適に用いられるSAW共振子、及び該SAW共振子を用いたSAWフィルタを提供することにある。

【0016】本発明の他の目的は、本発明に係るSAW共振子がSAWフィルタに直列及び／または並列に接続されており、従って通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性が高められ、かつ通過帯域の挿入損失が良好な複合SAWフィルタを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明に係るSAW共振子は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており、互いに間挿し合う1以上の電極指を有する第1、第2のくし歯電極を含むインターデジタルトランスデューサ（以下、IDTと略す。）とを備え、前記第1のくし歯電極の電極指が正の電位に接続される場合、第2のくし歯電極の電極指が負の電位に接続され、該正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが表面波伝搬方向において交互に配置されている領域において、少なくとも一対以上の電極指対において、正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが反転されていることを特徴とする。

【0018】本願の第2の発明に係るSAW共振子は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており、互いに間挿し合う1以上の電極指を有する第1、第2のくし歯電極を含むIDTとを備え、前記IDTが間引き重み付けあるいは電極反転されており、かつIDTの有効電極率が10～80%の範囲にあることを特徴とする。な

お、電極反転とは第1の発明における正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが反転されている構成を意味し、この電極反転の意味については後ほど詳述する。

【0019】第1、第2の発明に係るSAW共振子においては、好ましくは、共振周波数－反共振周波数の周波数間隔が、同じ電極指対数の正規型IDTの場合の共振周波数－反共振周波数の周波数間隔の5～75%の範囲とされている。

【0020】また、上記IDTの有効電極率は、より好ましくは10～50%の範囲とされる。第1、第2の発明に係るSAW共振子の特定の局面では、前記SAW共振子の共振周波数－反共振周波数の周波数間隔が、同じ対数の正規型IDTの場合の共振周波数－反共振周波数間隔の5～30%の範囲とされている。

【0021】また、第1、第2の発明に係るSAW共振子では、IDTの表面波伝搬方向外側に反射器が設けられていてもよい。本願の第3の発明によれば、複合SAWフィルタが提供され、この複合SAWフィルタは、SAWフィルタと、SAWフィルタの入力端側または出力端側の少なくとも一方に、少なくとも1個以上の第1、第2の発明に係るSAW共振子が電気的に直列及び／または並列に接続されている。

【0022】第3の発明の特定の局面では、前記SAW共振子がSAWフィルタに直列に接続されており、該SAW共振子の反共振周波数が、SAWフィルタの通過帯域高域側近傍の阻止帯域の周波数とされている。

【0023】第3の発明に係るSAWフィルタの他の特定の局面では、前記SAW共振子が前記SAWフィルタに並列接続されており、前記SAW共振子の共振周波数が、前記SAWフィルタの通過帯域低域側近傍の阻止帯域にあるように構成される。

【0024】本願の第4の発明によれば、梯子型回路構成を有するSAWフィルタが提供される。この梯子型回路構成を有するSAWフィルタでは、複数のSAW共振子が直列碗と並列碗に配置されて梯子型回路が構成されており、これらのSAW共振子のうち、少なくとも1つのSAW共振子が、第1、第2の発明に係るSAW共振子により構成されている。

【0025】本願の第5の発明によれば、梯子型回路構成を有するSAWフィルタが提供され、このSAWフィルタでは、複数のSAW共振子が直列碗及び並列碗に配置されて梯子型回路が構成されている。また、これらのSAW共振子のうち、少なくとも1つのSAW共振子において、IDTの有効電極率が10～95%の範囲とされる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明に係るSAW共振子及び複合SAWフィルタの詳細を説明する。

【0027】(第1の実施例)図1は、本発明の第1の実施例に係る複合SAWフィルタを説明するための模式的平面図である。

【0028】本実施例の複合SAWフィルタでは、36°YカットX伝搬LiTaO₃基板からなる圧電基板8上に、SAWフィルタ1とSAW共振子2とが形成されている。SAWフィルタ1及びSAW共振子2を構成するための電極材料としては、特に限定されないが、アルミニウムが用いられている。

【0029】SAWフィルタ1は、3個のIDT3、4a、4bを有する3IDT構成の縦結合二重モードSAWフィルタである。また、IDT3、4a、4bが表面波伝搬方向に並べられている領域の表面波伝搬方向両側には、反射器5a、5bが形成されている。

【0030】IDT3、4a、4bは、それぞれ、一對のくし歯電極により構成されている。IDT4a、4bの一方のくし歯電極が共通接続されており、入力端子INに接続されている。IDT4a、4bの他方のくし歯電極がアース電位に接続されている。

【0031】また、IDT3の一方のくし歯電極がアース電位に接続されており、他方のくし歯電極が出力端子OUTに接続されている。IDT3の出力側には、SAWフィルタ1に対して並列に一端子対SAW共振子2が接続されている。すなわち、IDT3の出力端がSAW共振子2のIDT6の第1のくし歯電極に電気的に接続されている。また、IDT6の第2のくし歯電極がアース電位に接続されている。

【0032】SAW共振子2では、IDT6の表面波伝搬方向両側に反射器7a、7bが形成されている。なお、SAWフィルタ1においては、IDT4a、4bが入力側IDTとされており、IDT3が出力側IDTとされていたが、逆に、IDT3を入力端子に接続し、IDT4a、4bを出力端子に接続してもよい。

【0033】以下、各IDT3、4a、4bの構成をより具体的な例に基づいて説明するが、本実施例は、以下の具体的な構成に限定されるものではない。いま、SAWフィルタ1のIDT3の電極指の対数が36対、IDT4a、4bの電極指の対数が22対、反射器5a、5bの電極指の本数を100本、IDT3、4a、4bの電極指交叉幅を60μmとする。なお、これらの条件を含むSAWフィルタ1の設計条件は、所望のフィルタ特性に応じて任意に変更し得る。

【0034】また、SAW共振子2のIDT6の電極指交叉幅は80μm、電極指の対数は80対、すなわち電極指の本数は161本とする。SAW共振子2の反射器7a、7bの電極指の本数は50本である。SAW共振子2の反射器7a、7bを省略した場合であっても、IDT6の電極指の本数が161本と多く、内部反射が存在するので、SAW共振子2の共振点及び反共振点におけるQ値の低下は大きな問題とはならない。

【0035】SAWフィルタ1及びSAW共振器2におけるIDT及び反射器のそれぞれのピッチ、すなわち電極指の幅+電極指間の間隔の幅は、所望の周波数に対して励振すべき弾性表面波の波長 λ の $1/2$ とされている。

【0036】図1に示すように、IDT6は、正規型IDTではない。すなわち、正規型IDTでは、第1のくし歯電極に接続された電極指と第2のくし歯電極に接続された電極指とが表面波伝搬方向において交互に配置されている。言い換えれば、ある瞬間に正の電位に接続される電極指（以下、正電極とする）と、負の電位に接続される電極指（以下、負電極とする）とは交互に配置されている。

【0037】これに対して、IDT6では、正電極と負電極とが交互に配置されていない。このIDT6における電極指の配列の規則性を、図3(d)の電極配列20Jとして示す。

【0038】次に、上述の図2及び図3における各電極配列の表現方法の定義を、図4(a)～図6(c)を参照して説明する。図4(a)及び(b)は、それぞれ、第1、第2のくし歯電極10a、10bを有するIDT10の平面図及び該平面図におけるA-A線に沿う断面図である。

【0039】IDT10では、駆動に際しては、第1、第2のくし歯電極10a、10b間に交流電界が印加されるが、くし歯電極10aが正の電位に接続されたときには、くし歯電極10bは負の電位に接続される。従って、くし歯電極10aの電極指を正電極とすると、くし歯電極10bの電極指が負電極となる。

【0040】図5(a)は、図4(b)と同様にIDTの電極指を表面波伝搬方向に沿う面で切断した場合の断面図である。図5(a)のように、正規型IDTでは、ある瞬間において、正電極12aと負電極12bとが表面波伝搬方向において交互に配置されている。この場合、圧電基板を励振させるのは特性の異なる隣合う電極指間における電界である。従って、図5(a)の複数の破線で示すようにIDTを分割し、隣合う破線間、すなわち、ピッチ（電極指幅+電極指間間隔）を1ユニットとして考える。隣合う破線間で挟まれた1ユニットでは、正電極と負電極の配置方法については、図5(b)～(e)に示す4種類の配置態様が考えられる。すなわち、図5(b)に示す配置では、表面波伝搬方向を図5(a)の矢印X方向とすると、表面波伝搬方向に沿って、正電極及び負電極が配置されている。従って、図5(b)に示す配置を「正・負」とする。このようにして符号を定義すると、図5(c)に示す電極配置は「正・正」となる。同様に、図5(d)に示す配置は「負・負」となる。さらに、図5(e)に示す配置は、「負・正」となる。

【0041】正規型IDTでは、隣合う電極指は、図5

(b)に示した「正・負」の配置または図5(e)に示されている「負・正」の配置となる。従って、波長 λ の弾性表面波を効率良く励振させることができる。この正規型IDTにおける1ユニットを、「正・負」あるいは「負・正」の如何にかかわらず、符号「1」とする。

【0042】1ユニットが、「正・正」(図5(c)の配置)あるいは「負・負」(図5(a)の配置)の場合には、隣合う電極指が同電位となるため、隣合う電極指間に電界は発生しない。このときユニットの符号を「0」とする。

【0043】また、正規型IDTにおいて、「正・負」であるユニットを、「負・正」に置き換えたり、逆に、「負・正」のユニットを「正・負」に置き換えた場合、すなわち電極反転を施した場合には、隣合う電極指間の電界が、正規型IDTにおける相当の電極指間の電界と反対のベクトルを持つことになる。このときのユニットの符号を、「-1」とする。

【0044】すなわち、上記符号「1」は「励振」を意味し、符号「0」は「無効」を意味し、符号「-1」は「打消し」を意味する。上記符号「1」、「0」及び「-1」による表現を用いて、IDTにおける正電極12aと負電極12bとの配列をコード化することができる。

【0045】例えば、図6(a)～(c)に示す各電極指配列は、4対周期の周期性を有する電極指配列の1周期分を抜き出したものである。図6(a)の電極指配列は正規型IDTの電極指配列であり、正電極12aと負電極12bとが交互に並べられているので、全てのユニットの符号は「1」であり、すなわち、全てのユニットの電界が励振に寄与している。

【0046】図6(b)の電極指配列では、図6(a)に示した電極指配列から、4対周期で1対の負電極が間引かれており、間引かれた電極位置においてダミー電極として正電極が設けられている。この場合の1周期の符号の並びは、図6(b)に示すとおり、「1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1」となる。すなわち、間引きにより、励振に寄与しない「0」が現れている。

【0047】図6(c)に示す電極指配列では、図6(a)に示した正規型IDTの電極指配列から、4対周期で1対の正電極と負電極とが反転されている。この反転を、本明細書においては電極反転ということとする。

【0048】この場合の電極指配列の符号の並びは、「1, 1, 1, 0, -1, 0, 1, 1」となる。上記電極反転により励振がキャンセルされ、符号「-1」が現れている。通常の間引き重み付けでは現れない符号「-1」が現れることが、上記電極反転が施されていることを意味する。

【0049】上記のようにIDTにおける隣合う電極指を1ユニットとして符号化することにより、1つのIDTを各ユニットに分解した場合の各ユニットの符号の総

和が、そのIDTにおいて実際に共振するユニットの数（以下、有効ユニット数と称する）を表すことになる。図6の各電極指配列を例にとると、図6(a)に示した正規型IDTの電極指配列では、1周期あたりの符号の総和は8となり、有効ユニット数が8であり、8個のユニットの全てが励振に寄与している。図6(b)に示した電極指配列では、一対の電極指に間引きが施されており、符号の総和は6、すなわち有効ユニット数は6となる。図6(c)に示した電極指配列では、一対の電極指において電極反転が施されており、有効ユニット数は4となる。

【0050】本明細書においては、上記のように、IDTの総ユニット数に対する有効ユニット数の割合を、有効電極率と定義する。この有効電極率により表現すると、図6(a)に示した電極指配列は、有効電極率100%となり、図6(b)に示された電極指配列の有効電極率は75%となり、図6(c)に示した電極指配列の有効電極率は50%となる。

【0051】図2(a)～(f)に示す電極指配列20A～20F、並びに図3(a)～(f)に示す電極指配列20G～20Lにおいては、上記符号化に従って算出される有効電極率を併せて示す。なお、図2及び図3では、正電極12aと負電極12bはハッチングの向きが逆方向となるように区別されて図示されている（図2(a)参照）。

【0052】図1に戻り、第1の実施例に係る複合SAWフィルタにおけるIDT6の電極指配列は、図3(d)に示す電極指配列20Jに相当し、有効電極率は25%である。

【0053】なお、上記符号化の説明においては、正電極と負電極とのランダムな並び方を定量的に扱い、かつ本願発明を明確にするために近似を用いている。すなわち、符号「0」のユニットにおいても隣合う電極指間に幾らかの電界は発生し、幾分かは励振に寄与しており、他方、符号「-1」のユニットにおける隣合う電極指においても、単純に励振を完全に相殺するものではなく、複雑な電界分布が発生している。従って、同じ有効電極率の電極指配列であっても、間引きと電極反転とはIDTの特性は異なることになる。しかしながら、本発明の構成を明確にし、かつ該構成と本発明により得られる後述の効果とを説明する上で、上記近似は有効であると考えられる。

【0054】次に、IDTに上述したように間引きや電極反転を施すことにより、有効電極率を低下させた場合の作用効果を説明する。前述したように、図2(a)～(f)及び図3(a)～(f)は、IDTにおける様々な電極指配列を示す図である。電極指配列20Aは、正規型IDTにおける電極指配列であり、有効電極率は100%である。図2(b)の電極指配列20Bでは、間引きが施されて有効電極率が75%とされており、図2

(c)の電極指配列20Cでは、電極反転が施されて有効電極率が75%とされている。同様に、電極指配列20D、20F、20G、20I及び20Kでは、間引きが施されて有効電極率が低下されている。また、電極指配列20E、20H、20J、20Lでは、電極反転が施されて有効電極率が低下されている。

【0055】図7及び図8は、実際にこれらの電極指配列のIDTを有する各SAW共振子のインピーダンス特性を示す図である。図7及び図8においては、図2及び図3との比較を容易とするために、各電極指配列20A～20LのIDTの特性に、それぞれ、20A～20Lの符号を付して示してある。

【0056】なお、図7及び図8に示した各インピーダンス特性では、全ての電極指配列において、IDTの電極指の対数は80対、交叉幅は80 μ mとした。図7及び図8から明らかなように、間引きを施した場合及び電極反転を施した場合のいずれにおいても、有効電極率を低下させることにより、共振周波数が低下するが、共振周波数はほとんど動かないことがわかる。すなわち、有効電極率を低下させることにより、共振周波数を移動させずに、共振周波数と反共振周波数との間の周波数間隔を狭くし得ることがわかる。よって、間引きあるいは電極反転を利用することにより有効電極率を調整すれば、共振周波数と反共振周波数との間の周波数間隔を、共振周波数を移動させずに調整し得ることがわかる。

【0057】図9は、図7及び図8に示した各インピーダンス特性の共振周波数－反共振周波数の周波数間隔の正規型IDTにおける共振周波数－反共振周波数間隔に対する割合を、上記有効電極率に対してプロットした結果を示す。図9から明らかなように、間引きよりも電極反転を用いた方が、共振周波数－反共振周波数の周波数間隔をより効果的に狭くし得ることがわかる。

【0058】図10は、図7及び図8に示した各インピーダンス特性の反共振点におけるインピーダンスと、有効電極率との関係を示す図である。図10から明らかなように、間引きを施した場合には、反共振点におけるインピーダンスはほぼ変らないが、電極反転を施した場合には有効電極率が低下するほど反共振点のインピーダンスが大きく低下することがわかる。

【0059】図11は、図7及び図8の各インピーダンス特性の共振点におけるインピーダンスと、有効電極率との関係を示す図である。図11から明らかなように、共振点におけるインピーダンスは、間引き及び電極反転のいずれの場合にも同じであり、有効電極率が低下するほど共振点におけるインピーダンスが増大していることがわかる。

【0060】図7に示した電極指配列20B、20D、20F及び20Kの各インピーダンス特性は、図2及び図3から明らかなように、正電極を間引き、間引かれた部分にダミー電極として負電極が設けられている配列で

11

ある。すなわち、符号「0」のユニットは、全て「負・負」である。

【0061】他方、電極指配列20Gにおける間引きでは、符号「0」のユニットには、「負・負」と、「正・正」の両方が混在している。すなわち、電極指配列20Gの有効電極率は33%であり、電極指配列20Fと有効電極率が等しく、ユニットの符号も同じように「1」及び「0」の組み合わせで構成されているものの、符号「0」のユニットの内容において異なっている。

【0062】上記電極指配列20Gの場合のインピーダンス特性では、電極指配列20Fのインピーダンス特性に比べて、共振周波数-反共振周波数間隔が狭くなり、反共振点におけるインピーダンスが低下している。従って、電極指配列20Gの場合の特性は、電極反転を用いて有効電極率が33%とされている電極指配列20Hの特性に近づいている。このように、電極反転を用いず、間引きだけを用いて同じ有効電極率を達成したとしても、ユニットの符号の配列によって特性は変化する。

【0063】しかしながら、上述した例でも説明したように、このような変化は大きなものではなく、本発明における共振周波数-反共振周波数間隔を狭くする作用においては、本質的に変わらない。

【0064】これまでの説明では、理解を容易とするために、IDTにおける正電極と負電極の電極指配列としては、図2(a)~(f)及び図3(a)~(f)に示したように、間引きあるいは電極反転のそれぞれについて周期的な規則性を有するものを用いた。しかしながら、有効電極率の低下による共振周波数-反共振周波数間の周波数間隔を狭くする作用は、間引きのみ、電極反転のみに限定されず、しかも周期的な規則性を有する場合に限定されない。例えば、間引きと電極反転が混在していてもよい。このときの特性は、図9に示した間引きが施された電極指配列の特性と、電極反転が施された電極指配列の場合の特性との中間の特性となる。

【0065】さらに、正電極と負電極との配列は周期的である必要が必ずしもなく、共振周波数-反共振周波数の周波数間隔は、あくまでも総ユニットあたりの有効ユニット数、すなわち有効電極率に依存する。例えば、IDTにおける電極指配列の符号の並びを「1, 1, 0, -1, -1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, -1, -1, 0……」と全く不規則となっている場合であっても、共振周波数-反共振周波数間の周波数間隔は上記有効電極率にほぼ比例して狭くなる。

【0066】また、全く異なる電極指配列を1つのIDT内に組み合わせても問題はない。例えば、IDT中央部の電極指配列を図2(b)に示した電極指配列20B(有効電極率75%)とし、その外側のIDT部分を電極指配列20H(有効電極率33%)とした場合であっても、共振周波数-反共振周波数間の周波数間隔は全体での有効電極率に比例して狭くなる。

12

【0067】図12は、IDT中央部の電極指配列を前述した電極指配列20G(図3(a)、有効電極率33%)とし、その外側のIDT部分を正規型IDT(有効電極率100%)の電極指配列とした場合の共振周波数と反共振周波数との周波数間隔と、電極指配列20Gが設けられている部分の割合との関係を示す図である。なお、電極指配列20Gが設けられている割合とは、IDT全体における電極指配列20Gに従って構成されている部分の割合であり、図12の横軸の0%は、全体が正規型IDTであることを示し、100%は、IDT全体が電極指配列20Gで構成されていることを意味する。

【0068】図12から明らかなように、電極指配列20Gの割合により、共振周波数-反共振周波数の周波数間隔が変化し、特に、電極指配列20Gの割合が大きくなるにつれて、周波数間隔が狭くなることがわかる。

【0069】また、以上の説明においては、間引きが施されている場合には、間引かれた部分に、ダミー電極として、間引かれた電極指と反対の極性の電極指が設けられていた。もし、単純に間引かれた電極指を削除しただけの場合には、間引かれた位置で弾性表面波の音速が変化し、弾性表面波の位相にズレが生じる。ダミー電極はこのような位相のズレによる悪影響を防止するために設けられたものであり、この方法は既に周知である。

【0070】もっとも、図13(a)に示すように、間引かれた位置にダミー電極18を設けてもよく、図13(b)に示すようにダミー電極18を設けずに間引かれた部分を図18(b)に示すように電極指が存在しない状態としてもよく、図13(c)に示すように、間引き部分をメタライズし、幅の太い電極指18Aを形成してもよい。また、上記のような共振周波数-反共振周波数間の周波数間隔を狭める作用は、間引きに際してのダミー電極の使用の有無にかかわらず得られるものであり、従って、上述した各種間引き方法を用いた場合であっても、有効電極率を低下させることにより、同様に共振周波数-反共振周波数間の周波数間隔を狭めることができる。

【0071】また、本実施例では、36° YカットX伝搬LiTaO₃基板を圧電基板8として用いているが、他の圧電基板を用いた場合であっても、上記と同様に有効電極率を低下させることにより共振周波数と反共振周波数との間の周波数間隔を狭めることができる。

【0072】次に、第1の実施例に係る複合SAWフィルタの特性につき説明する。図14に、第1の実施例に係る複合SAWフィルタの周波数特性を実線で示す。比較のために、第1の実施例で用いられているSAWフィルタ1単体の特性を破線Y1で示す。さらに、第1の従来例として従来の複合SAWフィルタ(図25に示した特性)の特性を破線Y2で示す。なお、拡大スケールによる図は、縦軸の右側のスケールによって拡大したものである。

【0073】また、図15に、SAW共振子2のインピーダンス一周波数特性（実線）と、図25に示した第1の従来例のSAWフィルタにおいて用いられている正規型IDTからなるSAW共振子のインピーダンス一周波数特性（破線）を示す。

【0074】図25に示した第1の従来例では、前述したように、通過帯域低域側近傍の減衰量を大きくするために、図15に破線で示した特性のSAW共振子が、SAWフィルタに電氣的に並列に接続されている。この場合、図14の破線Y2で示したフィルタ特性が得られている。しかしながら、前述したように、通過帯域低域側において、減衰量が10dBである位置から低周波数側で減衰量が大きくなっているものの、SAW共振子の共振周波数における低インピーダンスの影響により通過帯域の低域側が欠けてしまっていた。

【0075】これに対して、本実施例の複合SAWフィルタでは、図15に実線で示したインピーダンス特性を有するSAW共振子2が、SAWフィルタ1に並列に接続されている。この場合、通過帯域低域側近傍の減衰量については、従来のSAWフィルタと同様に、通過帯域低域側の極めて近傍にSAW共振子2の共振周波数を合わせることで、図14の実線で示されているように、従来のSAWフィルタと同様に、通過帯域低域側における減衰量が10dBの位置から低周波数側での減衰量が高められている。加えて、本実施例では、第1の従来例の欠点であった通過帯域低域側の欠けが改善され、SAWフィルタ1単体による特性に近い通過帯域低域側の特性が得られている。これは、SAW共振子2の有効電極率が低下され、通過帯域低域側にSAW共振子の反共振周波数が合わせられることにより、従来のSAW共振子を用いた場合に比べて、通過帯域低域側の周波数におけるSAW共振子2のインピーダンスが大幅に増大され、それによってSAW共振子2のフィルタの通過帯域低域側に与える影響が低減されていることによる。

【0076】図14において、通過帯域低域側の急峻性を減衰量レベル3dBと20dBの位置の周波数間隔で判断した場合、SAWフィルタ1単体では3.3MHzであり、従来のSAWフィルタでは3.6MHzであったのに対し、本実施例では2.5MHzとなり、急峻性が大幅に向上していることがわかる。

【0077】従って、有効電極率を低下させた本発明に係るSAW共振子を、SAWフィルタに電氣的に並列接続することにより、従来のSAWフィルタでは不可能であった点、通過帯域低域側の極めて近傍の高減衰量と、通過帯域の良好な挿入損失の両方が達成され、通過帯域低域側におけるフィルタ特性の急峻性を効果的に高め得ることがわかる。

【0078】第1の実施例は、上述したSAW共振子2の有効電極率の低下によるSAW共振子2の共振周波数－反共振周波数間隔減少効果を利用したものである。こ

の効果は、共振周波数－反共振周波数間隔が、正規型IDTの場合の共振周波数－反共振周波数間隔の30%以下であるときに特に大きい。

【0079】しかしながら、共振周波数－反共振周波数間隔が5%未満になると、共振点と反共振点におけるインピーダンスの差が小さくなりすぎ、通過帯域近傍で十分な高減衰量を得ることができず、通過帯域への影響も大きくなる可能性がある。従って、第1の実施例においては、SAW共振子2の共振周波数－反共振周波数間隔は、正規型IDTの場合の共振周波数－反共振周波数間隔の5～30%の範囲とすることが好ましい。また、図9から、上記共振周波数－反共振周波数間隔を5～30%の範囲とするには、有効電極率を10～50%とすればよいことがわかる。従って、有効電極率は、10～50%の範囲とすることが望ましい。

【0080】（第2の実施例）図16は、本発明の第2の実施例に係る複合SAWフィルタの電極構造を示す概略構成図である。第2の実施例では、36° YカットX伝搬LiTaO₃基板からなる圧電基板8上に、SAWフィルタ21及びSAW共振子22の電極構造がA1を用いて形成されている。SAWフィルタ21は、第1の実施例のSAWフィルタ1と全く同様に構成されている。

【0081】SAW共振子22についても、第1の実施例で用いたSAW共振子2と基本的には同じように構成されている。もっとも、SAW共振子22は、IDTの交叉幅、IDT及び反射器のピッチにおいて、SAW共振子2とは異なっている。

【0082】SAWフィルタ21の出力端には、SAW共振子22が直列に接続されている。なお、本実施例においても、SAWフィルタ21の入力端と出力端とを入れ換えてもよい。

【0083】また、第1の実施例と同様に、SAWフィルタ21の設計条件は、所望とするフィルタ特性が得られるように任意に変更することができる。SAW共振子22のIDTの交叉幅は180μmとされており、SAW共振子2に比べて低インピーダンス特性を有するように構成されている。SAW共振子22におけるIDT23及び反射器24a、24bの各ピッチ（電極指幅＋電極指間間隔）は、所望の周波数で励振される弾性表面波の波長λの1/2の長さとしてされている。

【0084】また、SAW共振子22では、第1の実施例の場合と同様に、そのIDT23が、間引きあるいは電極反転によりその有効電極率が低下されている。図17に、第2の実施例に係る複合SAWフィルタの周波数振幅特性（実線）と、SAWフィルタ21単体の周波数振幅特性（破線Y3）と、図26に示した特性を有する第2の従来例の複合SAWフィルタの周波数振幅特性（破線Y4）を示す。

【0085】また、図18に、実線で第2の実施例で用

いられたSAW共振子22のインピーダンス特性を、破線で第2の従来例で用いられた正規型IDTからなるSAW共振子のインピーダンス特性を示す。

【0086】図17に示したように、第2の従来例の複合SAWフィルタでは、通過帯域高域側近傍における減衰量を向上させるために、図18に示した破線の特性的SAW共振子がSAWフィルタに電氣的に直列に接続されている。この場合、図17から明らかなように、通過帯域高域側の913MHz付近の減衰量が向上している。しかしながら、図18に破線で示された特性を有するSAW共振子を用いているので、該SAW共振子の反共振周波数の高インピーダンスの影響がフィルタ特性の通過帯域の高域側に及んでおり、通過帯域の高域側が大きく欠けている。

【0087】これに対して、第2の実施例に係る複合SAWフィルタでは、上記SAW共振子22が、SAWフィルタ21に電氣的に直列に接続されている。通過帯域高域側近傍の減衰量については、通過帯域高域側の極めて近傍にSAW共振子22の反共振周波数を合わせることで、図17に実線で示されているように、第2の従来例には及ばないが、SAWフィルタ21単体における特性に比べて、通過帯域高域側における913MHz付近の減衰量が向上している。

【0088】加えて、第2の実施例では、通過帯域高域側の欠けが改善される。すなわち、SAWフィルタ21単体の特性に近い通過帯域高域側のフィルタ特性が得られる。これは、有効電極率が低いSAW共振子22の共振周波数をフィルタ特性の通過帯域高域側に合わせることで、SAW共振子22の通過帯域高域側の周波数におけるインピーダンスが大幅に低下され、SAW共振子22によるフィルタ特性の通過帯域高域側に与える影響が小さくされていることによる。従って、図17から明らかなように、第2の実施例の複合SAWフィルタでは、通過帯域高域側の急峻性が向上していることがわかる。

【0089】以上のように、本発明に係るSAW共振子をSAWフィルタに電氣的に直列に接続させることにより、従来のSAW共振子を直列に接続させる方法では不可能であった、通過帯域高域側の極めて近傍の高減衰量及び通過帯域における良好な挿入損失の両方を達成することができ、通過帯域高域側における急峻性を高めることができる。

【0090】なお、第2の実施例においても、第1の実施例の場合と同様に、共振周波数-反共振周波数間隔が正規型IDTの場合の共振周波数-反共振周波数間隔の5〜30%とすることが、通過帯域近傍における十分大きな減衰量の実現及び通過帯域への悪影響の低減を図る上で望ましく、従って、SAW共振子22の有効電極率については10〜50%の範囲とすることが望ましい。

【0091】(第3の実施例) 第3の実施例に係る複合

SAWフィルタは、第1の実施例に係る複合SAWフィルタにおいて、SAW共振子2のIDTの電極指配列、電極指交叉幅及びピッチを異ならせたことを除いては、第1の実施例のSAWフィルタと同様である。従って、異なる点のみを説明し、同じ点については第1の実施例の説明を援用することにより省略する。以下、第3の実施例におけるSAW共振子を、SAW共振子Zとする。

【0092】SAW共振子Zの電極指配列の規則性は、図2(a)に示した電極指配列20E(有効電極率50%)とされている。また、SAW共振子Zにおける電極指交叉幅は60μmであり、ピッチは弾性表面波の波長λの1/2とされている。

【0093】本実施例においても、SAW共振子Zが、上記のように有効電極率50%と低められているので、第1の実施例のSAW共振子2の場合と同様に、通過帯域よりも低域側における減衰量の増大及び挿入損失の改善を図ることができる。これを、具体的な特性を参照して説明する。

【0094】図19に、第3の実施例に係る複合SAWフィルタの周波数振幅特性を実線で、SAWフィルタ1単体の周波数振幅特性を破線Y5で、正規型IDTからなる従来のSAW共振子を用いたことを除いては同様に構成された第3の従来例のSAWフィルタの周波数振幅特性を破線Y6で示す。また、図20に、第3の実施例で用いたSAW共振子Zのインピーダンス特性(実線)と、第3の従来例に用いたSAW共振子のインピーダンス特性(破線)を示す。

【0095】図19から明らかなように、SAWフィルタ1の単体では、884〜887MHzの周波数帯域にスプリアスが存在している。第3の実施例では、この周波数帯域における減衰量レベルの向上が図られる。

【0096】図19に示すように、第3の従来例では、上記周波数帯域の減衰量を高めるために、図20に示した破線の特性的SAW共振子がSAWフィルタ1に電氣的に並列接続されている。従って、図19に示すように、所望の周波数帯域における減衰量は向上しているものの、第1の従来例と同様に、SAW共振子の共振周波数の低インピーダンスによる影響が、通過帯域の低域側に及び、通過帯域の低域側が欠けている。これに対して、第3の実施例では、図20に示したインピーダンス特性を有するSAW共振子ZがSAWフィルタ1に並列に接続されている。従って、884〜887MHzの周波数帯域の減衰量は、SAW共振子Zの共振周波数を該周波数帯域に合わせることで、図19に示されているように、第3の従来例と同様の高い減衰量が得られている。

【0097】加えて、第3の実施例では、第3の従来例の複合SAWフィルタの欠点であった通過帯域低域側の欠けが改善され、SAWフィルタ1単体の特性に近い通過帯域低域側のフィルタ特性が得られている。これは、

SAW共振子Zの有効電極率が50%と低下されて、通過帯域低域側にSAW共振子Zの共振周波数を合わせることで、従来のSAW共振子に比べて、通過帯域低域側の周波数におけるSAW共振子Zのインピーダンスが大幅に増大され、それによってSAW共振子Zが通過帯域低域側に与える影響が低減されていることによる。

【0098】従って、第1、第2の実施例に示したように通過帯域の極めて近傍の領域において大きな減衰量と通過帯域の良好な挿入損失を実現し得るだけでなく、第3の実施例に示したように、通過帯域から少し離れた帯域における減衰量を大きくする場合にも、従来例に比べて良好な通過帯域内特性を確保し得ることがわかる。

【0099】大きな減衰量を得たい周波数と、通過帯域との周波数間隔が、正規型IDTの共振周波数-反共振周波数間隔の75%を超えると、その周波数間隔に応じた共振周波数-反共振周波数間隔を有するSAW共振子Zを用いた場合と、正規型IDTを用いた場合とで、通過帯域に与える影響の差は問題とならない程度であるため、ほとんど改善されない。従って、第3の実施例の効果は、共振周波数-反共振周波数間隔が正規型IDTの場合の共振周波数-反共振周波数間隔の75%以下であるときに特に大きい。

【0100】また、減衰量を得たい周波数と通過帯域との周波数間隔が正規型IDTの共振周波数-反共振周波数間隔の30%未満になると、通過帯域から少し離れた帯域における減衰量を大きくする効果よりも、第1の実施例のように通過帯域近傍の減衰量を大きくする効果が大きくなる。第1の実施例も第3の実施例に含まれると考えると、第3の実施例においては、SAW共振子Zの共振周波数-反共振周波数間隔が、正規型IDTの場合の共振周波数-反共振周波数間隔の5~75%の範囲である場合に、特に効果が大きく望ましい。また、図9から、上記共振周波数-反共振周波数間隔を得るための有効電極率は、10~80%とすればよく、この範囲が望ましいことがわかる。

【0101】第3の実施例では、SAW共振子Zが、SAWフィルタ1に並列に接続されて、通過帯域よりも低周波数側における減衰量の増大を図ったが、第2の実施例と同様に、SAW共振子をSAWフィルタに直列接続し、通過帯域より少し離れた高周波数側における減衰量を増大させてもよい。

【0102】(第3の実施例の変形) 第3の実施例において、SAW共振子Zとして、IDTの電極指の対数が80対、電極指の本数が161本、交叉幅が80 μ mであり、電極指配列の規則性が図2(e)に示した電極指配列20E(有効電極率50%)のものをを用いた。その他の点については第3の実施例と同様にして、複合SAWフィルタを構成した。

【0103】本変形例で用いられるSAW共振子Zの電極指配列は、前述した電極指配列20E(図2(e)参

照)であり、電極反転を用いて有効電極率が50%とされている。図9から、このSAW共振子Zの共振周波数-反共振周波数間隔は、正規型IDTの場合の間隔の約30%である。

【0104】このSAW共振子Zと同じ共振周波数-反共振周波数間隔を間引きを施して得ようとした場合には、電極指配列は図9から電極指配列20Fとすればよいことがわかる。電極指配列20Fの有効電極率は33%である。

10 【0105】次に、図10及び図11から明らかなように、電極指配列20Eと電極指配列20Fにおける共振点及び反共振点におけるインピーダンスを比較すると、電極指配列20Fの場合の方が、電極指配列20Eの場合に比べて共振点及び反共振点のいずれにおいてもインピーダンスが大きくなることがわかる。

【0106】図21に、SAW共振子Zのインピーダンス特性(電極指配列20E、交叉幅80 μ m)を実線で、上記電極指配列20FのIDTを有するSAW共振子のインピーダンス特性を破線で示す。

20 【0107】電極指配列20FのIDTを有するSAW共振子については、上記SAW共振子と同様に、電極指の対数は80対、交叉幅はSAW共振子Zの2倍の160 μ mとした。この交叉幅の違いは、上記インピーダンスの差を補正するためである。

【0108】SAW共振子のインピーダンスを変化させるには、交叉幅の他に、電極指の対数を変化させてもよい。例えば、上記電極指配列20Fの場合、交叉幅は80 μ mのままとし、電極指の対数を160対としても、ほぼ同様の特性を得ることができる。交叉幅及び電極指の対数を変化させても、共振周波数-反共振周波数間隔にはほとんど影響はない。

30 【0109】上記のように、間引きを施して電極指配列20Fを構成して、電極反転を施した場合と同じ特性を得ようとする、SAW共振子のIDT部分の総面積を2倍に大きくする必要がある。言い換えれば、有効電極率の低下を、間引きの代わりに電極反転を用いれば、SAW共振子のIDT部分の面積を半分にまで小さくすることができる。この効果は、間引きされている部分を全て電極反転に代えるまでもなく、一部の間引き電極を電極反転に代えるだけで得られる。

40 【0110】SAW共振子の大きさは、使用する圧電基板の大きさに直接反映する。そして、圧電基板の大きさによって、圧電基板を収めるパッケージが制限される。従って、圧電基板のサイズは非常に重要である。圧電基板のサイズが0.1mm大きいだけで、用意したパッケージに収納することができず、ひと回り大きなパッケージを用いなければならないことも多い。携帯電話用の帯域フィルタでは、特に電子部品の小型化が強く求められており、圧電基板のサイズの縮小は重要な課題である。従って、この変形例から明らかなように、電極反転を用

いたIDT部分の面積の縮小は、このような要求に応える上で特に効果大きい。

【0111】(第4の実施例)図22(a)及び(b)は、本発明の第4の実施例としての梯子型回路構成を有するSAWフィルタを説明するための回路図及びSAW共振子の構成を示す模式的平面図である。

【0112】本実施例では、 41° YカットX伝搬LiNbO₃基板上に、複数の直列腕SAW共振子52a~52dと、複数の並列腕SAW共振子53a~53cがA1により形成されている。

【0113】各SAW共振子52a~52d、53a~53cは、いずれも本発明に係る一端子対SAW共振子により構成されている。すなわち、図22(b)に示すように、一端子対SAW共振子は、圧電基板54上にIDT55と、IDT55の表面波伝搬方向両側に反射器56、57を形成した構造を有する。なお、圧電基板54は、複数のSAW共振子52a~52d、53a~53cで共通とされている。すなわち、一枚の圧電基板上に、各SAW共振子の電極構造を形成することにより、1つの部品として本実施例のSAWフィルタが構成されている。

【0114】並列腕共振子53a、53cのIDTの交叉幅は $50\mu\text{m}$ 、電極指の対数は105対、並列腕共振子53bの交叉幅は $57\mu\text{m}$ 、電極指の対数は150対とされている。

【0115】直列腕共振子52a~52dは、全て、電極指交叉幅が $80\mu\text{m}$ 、電極指の対数が125対、反射器の電極指の本数が80本とされている。直列腕共振子52aは、図2(b)に示した電極指配列20B(有効電極率75%)となるように間引きが施されている。ここで、IDTと反射器との間の間隔は、反射器の電極指ピッチにより定められる波長 λ の0.5倍(0.5λ)とされている。なお、IDTと反射器との間隔とは、隣合うIDTの電極指と反射器の反射電極指との中心間距離をいうものとする。

【0116】本実施例では、直列腕共振子52aが、本発明に係るSAW共振子を用いて構成されている。すなわち、直列腕共振子52aが、第1の実施例で用いられたSAW共振子2と同様に、有効電極率が低められたSAW共振子により構成されている。

【0117】図23に、本実施例に係る梯子型回路構成を有するSAWフィルタの周波数振幅特性を実線で、直列腕共振子52aに代えて、通常の正規型SAW共振子を用いたことを除いては同様に構成された比較のための梯子型回路構成を有するSAWフィルタの特性を破線で示す。また、図24に、本実施例で用いた、上記直列腕共振子52aのインピーダンス特性を実線で、間引きが施されていない正規型IDTを有する直列腕共振子52b~52dのインピーダンス特性を破線で示す。

【0118】図24のインピーダンス特性を有するSA

W共振子を直列腕共振子52aとして用いた場合、図23から明らかなように、比較例に比べて、スルーレベルから3dBにおける通過帯域の帯域幅はほとんど変化していないにもかかわらず、通過帯域高域側ごく近傍における急峻性が高められている。すなわち、910~930MHz付近の減衰量は、比較例では約8dBであったのに対し、実施例のSAWフィルタでは約23dBまで改善されている。

【0119】従って、本実施例のように、梯子型回路構成を有するSAWフィルタにおいて、直列腕共振子の少なくとも1つとして、本発明に係る有効電極率が小さいSAW共振子を用いることにより、梯子型回路構成を有するSAWフィルタの通過帯域高域側におけるフィルタ特性の急峻性を高め得ることがわかる。

【0120】なお、本実施例では、第1~第3の実施例とは異なり、有効電極率が95%以下のときに、正規型IDTを有するSAW共振子に比べて、減衰量を明らかに改善することができる。また、有効電極率が低くなればなる程、通過帯域ごく近傍のフィルタ特性の急峻性を高めることができる。本実施例では、第1の実施例の場合と同じ理由により、有効電極率の下限は、好ましくは10%である。

【0121】なお、本実施例では、本発明に係るSAW共振子を直列腕共振子52aに用いたが、並列腕共振子に用いることにより、通過帯域低域側ごく近傍のフィルタ特性の急峻性を高めることもできる。

【0122】また、本実施例では、1個のSAW共振子のみを本発明に係るSAW共振子で構成したが、梯子型回路構成を有するSAWフィルタにおいて、直列腕共振子の全てを、あるいは並列腕共振子の全てを、また直列腕共振子及び並列腕共振子の全てを、本発明に係るSAW共振子で構成してもよい。

【0123】すなわち、梯子型SAWフィルタの直列腕共振子及び/または並列腕共振子の少なくとも1つに、本発明に係るSAW共振子を用いることにより、通過帯域ごく近傍におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができる。

【0124】

【発明の効果】本願の第1の発明に係るSAW共振子によれば、第1のくし歯電極の電極指が正の電位に接続される場合、第2のくし歯電極の電極指が負の電位に接続され、該正の電位に接続される電極指と負の電位に接続される電極指とが表面波伝搬方向において交互に配置されている領域において、少なくとも1対以上の電極指対において、正の電位に接続される電極指と負の電位の接続される電極指とが反転されており、すなわち電極反転されているので、正規型IDTに比べて有効電極率が低められ、それによって共振周波数-反共振周波数間隔が狭められる。従って、この電極反転の量をコントロールすることにより、共振周波数-反共振周波数間の周波数

21

間隔を調整することができるので、SAW共振子をSAWフィルタに直列トラップまたは並列トラップとして接続することにより、通過帯域にほとんど影響を与えることなく、通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性を高めることができる。

【0125】しかも、本願の第1の発明に係るSAW共振子によれば、間引きではなく電極反転を用いて共振周波数－反共振周波数間隔を狭めているので、IDT部分の面積を縮小することができる。

【0126】第2の発明に係るSAW共振子においては、IDTが間引き重み付けあるいは上記電極反転されており、IDTの有効電極率が10～80%の範囲にあるため、第1の発明と同様に、正規型IDTを用いた場合に比べて共振周波数－反共振周波数間隔を狭めることができる。従って、第2の発明に係るSAW共振子を、SAWフィルタに対して直列または並列トラップとして用いることにより、通過帯域にほとんど影響を与えることなく、通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性を高めることができる。

【0127】第1、第2の発明において、共振周波数－反共振周波数の周波数間隔が、正規型IDTの場合の共振周波数－反共振周波数間隔の5～75%とした場合には、SAWフィルタの直列トラップまたは並列トラップとして用いた場合、より一層効果的にフィルタ特性の通過帯域近傍の急峻性を高めることができ、かつ通過帯域から少し離れた帯域における減衰量の増大を効果的に図ることができる。

【0128】第1、第2の発明に係るSAW共振子において、有効電極率が10～50%の範囲にある場合には、SAWフィルタに直列トラップまたは並列トラップとして接続した場合、通過帯域低域側または高域側におけるフィルタ特性の急峻性をより効果的に高めることができ、かつ通過帯域における良好な挿入損失をより効果的に実現することができる。

【0129】第1、第2の発明において、SAW共振子の共振周波数－反共振周波数間隔が、正規型IDTの共振周波数－反共振周波数間隔の5～30%とした場合には、上記有効電極率を10～50%とすることができ、上記と同様に、SAWフィルタの直列トラップまたは並列トラップとしてSAW共振子を用いた場合に、通過帯域近傍のフィルタ特性の急峻性をより効果的に図ることができ、かつ通過帯域内における挿入損失を十分な大きさとするすることができる。

【0130】本願の第3の発明に係る複合SAWフィルタでは、SAWフィルタの入力端側または出力端側の少なくとも一方に、第1、第2の発明に係るSAW共振子が少なくとも1個直列及び／または並列に接続されているので、通過帯域近傍の急峻性を高めることができると共に、通過帯域における挿入損失を低減することができる。

22

【0131】第3の発明に係るSAWフィルタにおいて、SAW共振子がSAWフィルタに直列に接続されており、SAW共振子の反共振周波数がSAWフィルタの通過帯域高域側近傍の阻止帯域の周波数とされている場合には、上記SAW共振子が直列トラップとして機能し、通過帯域高域側において通過帯域近傍の減衰量を大きくすることができ、かつ通過帯域の良好な挿入損失を実現することができる。

【0132】第3の発明に係る複合SAWフィルタにおいて、上記SAW共振子がSAWフィルタに並列接続されており、SAW共振子の共振周波数がSAWフィルタの通過帯域低域側近傍の阻止帯域にある場合には、SAW共振子の並列トラップとして機能し、通過帯域低域側における通過帯域近傍の減衰量を効果的に高めることができると共に、通過帯域における挿入損失の低減を図ることができる。

【0133】本願の第4の発明に係るSAWフィルタでは、複数のSAW共振子が直列腕及び並列腕に配置されており、少なくとも1つのSAW共振子が、第1、第2の発明に係るSAW共振子により構成されているので、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性を高めることが可能となる。

【0134】また、本願第5の発明に係るSAWフィルタでは、複数のSAW共振子が直列腕及び並列腕に配置されて梯子型回路が構成されており、少なくとも1つのSAW共振子のIDTの有効電極率が10～95%の範囲とされているので、第4の発明の場合と同様に、通過帯域近傍におけるフィルタ特性の急峻性を効果的に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る複合SAWフィルタを説明するための模式的平面図。

【図2】(a)～(f)は、IDTの電極指配列と有効電極率との関係を示す模式的断面図。

【図3】(a)～(f)は、IDTにおける電極指配列と有効電極率との関係を示す模式的断面図。

【図4】(a)及び(b)は、IDTの電極指配列を説明するための平面図及び(a)のA-A線に沿う断面図。

【図5】(a)～(e)は、電極指配列の符号化を説明するための各模式的断面図。

【図6】(a)～(c)は、IDTの電極指配列における符号化を説明するための各模式的断面図。

【図7】間引きにより電極指配列を異ならせた場合のSAW共振子のインピーダンス－周波数特性を示す図。

【図8】電極反転により電極指配列を異ならせた場合のSAW共振子のインピーダンス－周波数特性を示す図。

【図9】共振周波数－反共振周波数間隔と、有効電極率との関係を示す図。

【図10】反共振点におけるインピーダンスと有効電極

率との関係を示す図。

【図11】共振点のインピーダンスと有効電極率との関係を示す図。

【図12】共振周波数－反共振周波数間隔と、IDTにおける電極指配列20Gの割合との関係を示す図。

【図13】(a)～(c)は、間引き法による電極パターンを説明するための各部分切欠平面図。

【図14】第1の実施例に係る複合SAWフィルタ、SAWフィルタ単体及び第1の従来例の複合SAWフィルタの周波数振幅特性を示す図。

【図15】第1の実施例で用いられたSAW共振子及び第1の従来例で用いられたSAW共振子のインピーダンス－周波数特性を示す図。

【図16】第2の実施例に係る複合SAWフィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図17】第2の実施例に係る複合SAWフィルタ、SAWフィルタ単体及び第2の従来例の複合SAWフィルタの周波数振幅特性を示す図。

【図18】第2の実施例で用いられているSAW共振子及び第2の従来例で用いられているSAW共振子のイン

10

ピーダンス－周波数特性を示す図。

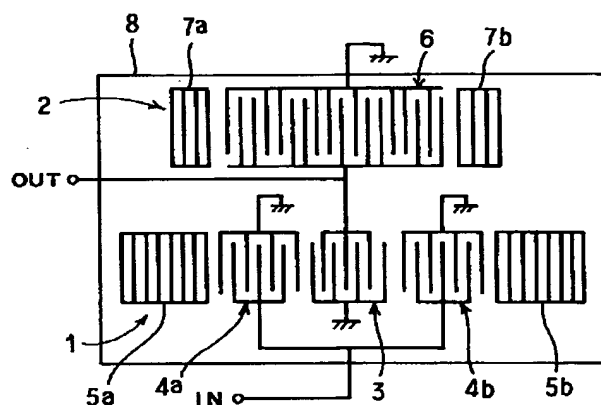
【図19】第3の実施例に係る複合SAWフィルタ、SAWフィルタ単体及び第3の従来例の複合SAWフィルタの周波数振幅特性を示す図。

【図20】第3の実施例で用いられるSAW共振子及び第3の従来例で用いられるSAW共振子のインピーダンス－周波数特性を示す図。

【図21】第3の実施例の変形例に係る複合SAWフィルタで用いられSAW共振子及び電極指配列20FのIDTを有するSAW共振子のインピーダンス－周波数特

30

【図1】



【図22】(a)及び(b)は、第4の実施例に係るSAWフィルタの回路図及び用いられるSAW共振子の電極構造を説明するための模式的平面図。

【図23】第4の実施例に係るSAWフィルタ、及び比較のために用意したSAWフィルタの周波数振幅特性を示す図。

【図24】第4の実施例に係るSAWフィルタにおいて直列腕共振子の1つとして用いられたSAW共振子及び間引きが行われていないSAW共振子のインピーダンス－周波数特性を示す図。

【図25】第1の従来例に係る複合SAWフィルタの周波数振幅特性を示す図。

【図26】第2の従来例の複合SAWフィルタの周波数振幅特性を示す図。

【符号の説明】

1…SAWフィルタ

2…SAW共振子

6…IDT

7a, 7b…反射器

8…圧電基板

10…IDT

10a, 10b…第1, 第2のくし歯電極

12a…正電極

12b…負電極

20A～20L…電極指配列

21…SAWフィルタ

22…SAW共振子

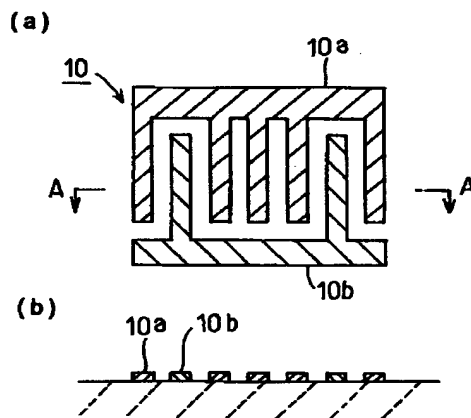
23…IDT

24a, 24b…反射器

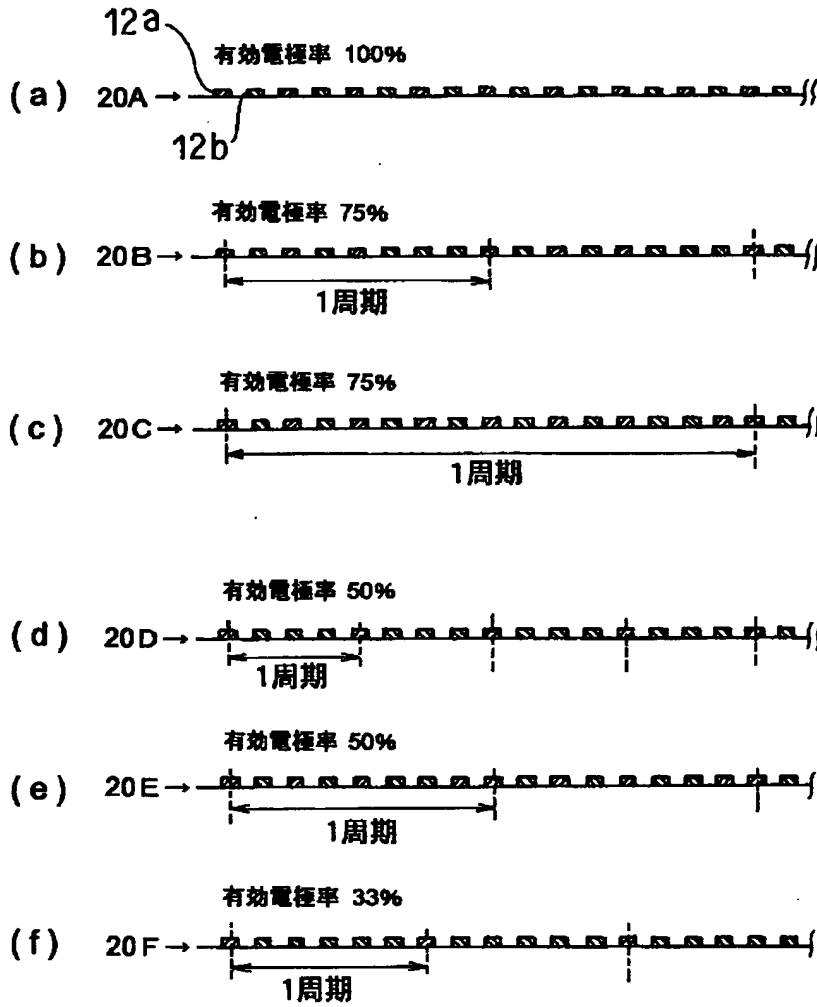
52a～52d…直列腕共振子

53a～53c…並列腕SAW共振子

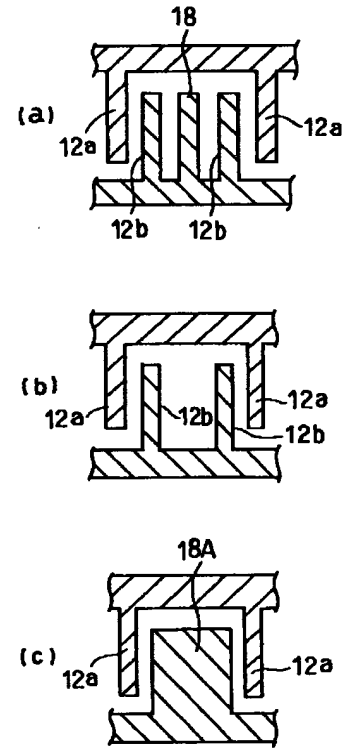
【図4】



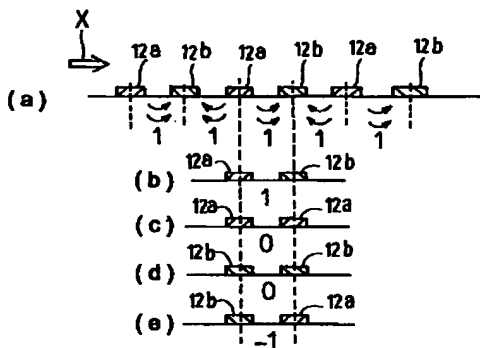
【図2】



【図13】



【図5】



【図9】

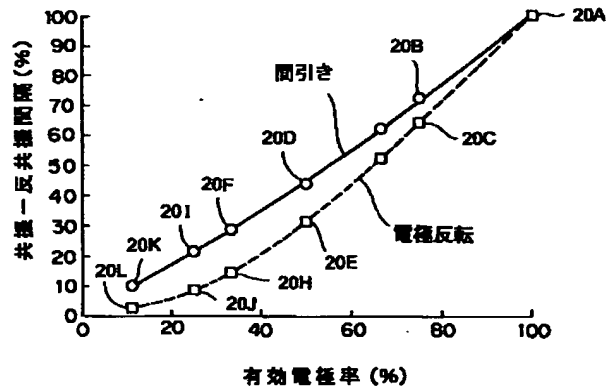


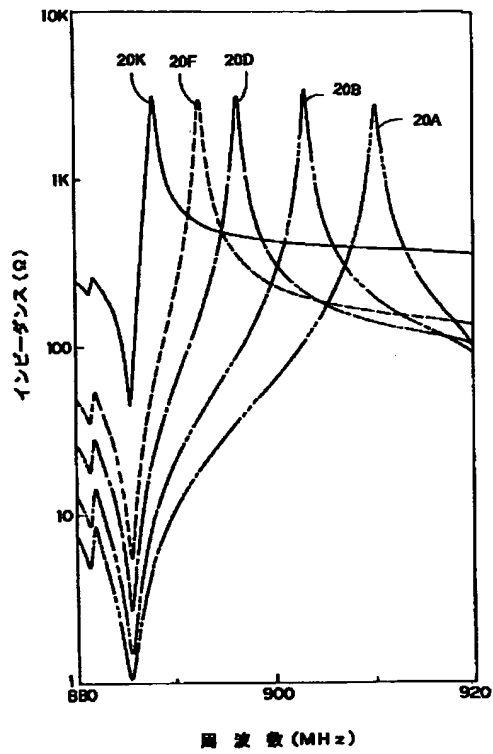
Figure 1 consists of six sub-diagrams, labeled (a) through (f), each illustrating a different electrode driving method for a 20-segment display. Each diagram shows a horizontal line with 20 segments, each containing a small square representing an electrode. A double-headed arrow below each line indicates '1 周期' (1 cycle). Above each diagram is the effective electrode rate percentage.

- (a) 20G → 有効電極率 33% (Effective electrode rate 33%)
- (b) 20H → 有効電極率 33% (Effective electrode rate 33%)
- (c) 20I → 有効電極率 25% (Effective electrode rate 25%)
- (d) 20J → 有効電極率 25% (Effective electrode rate 25%)
- (e) 20K → 有効電極率 11% (Effective electrode rate 11%)
- (f) 20L → 有効電極率 11% (Effective electrode rate 11%)

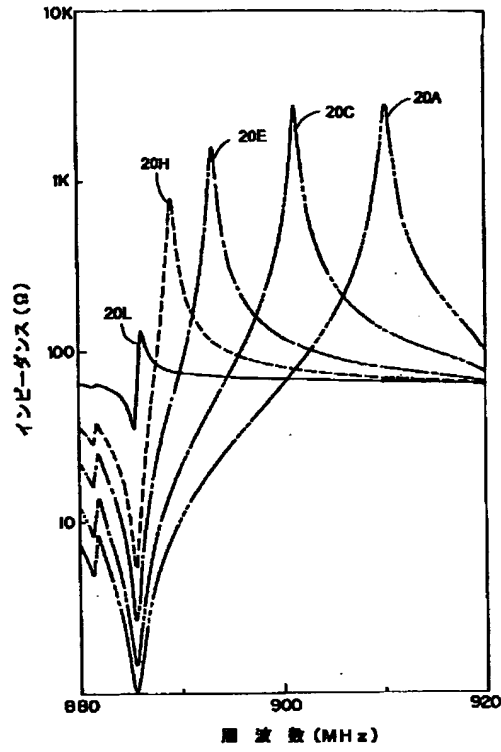
Figure 1 shows three waveform diagrams (a, b, c) over one period (1周期). Each diagram consists of a horizontal axis with pulses labeled 12a and 12b. Below the pulses are binary values (1 and 0). To the right of each diagram, the number of pulses (符号の総和) and the effective rate (有効電極率) are given.

Diagram	Symbol Sum (符号の総和)	Effective Rate (有効電極率)
(a)	8	8/8 = 100%
(b)	6	6/8 = 75%
(c)	4	4/8 = 50%

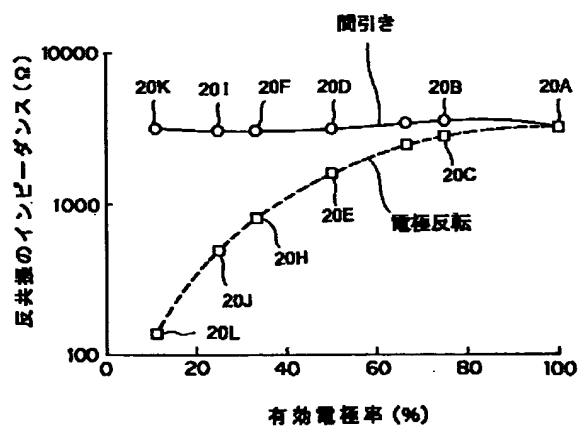
【図7】



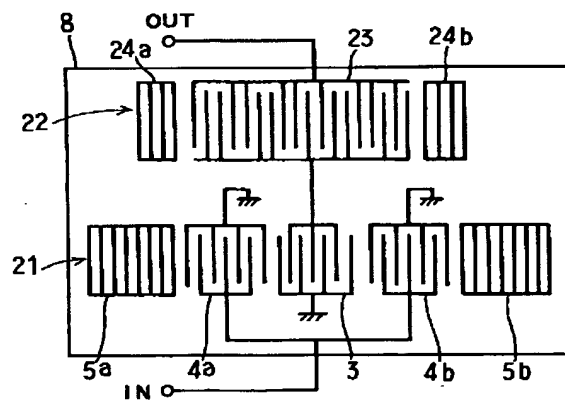
【図8】



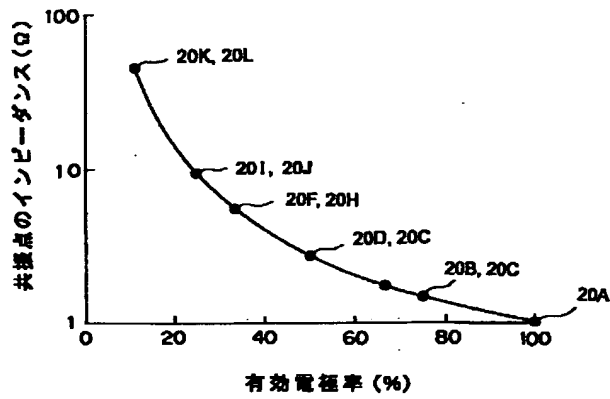
【図10】



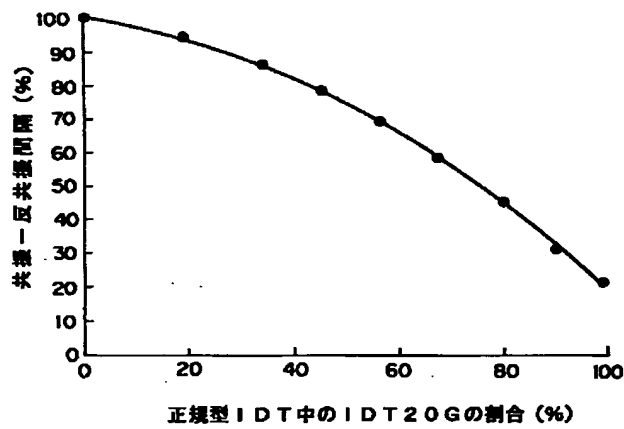
【図16】



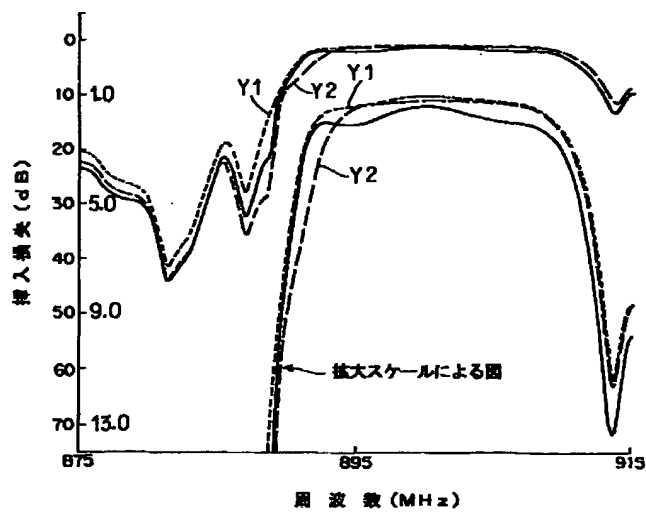
【図11】



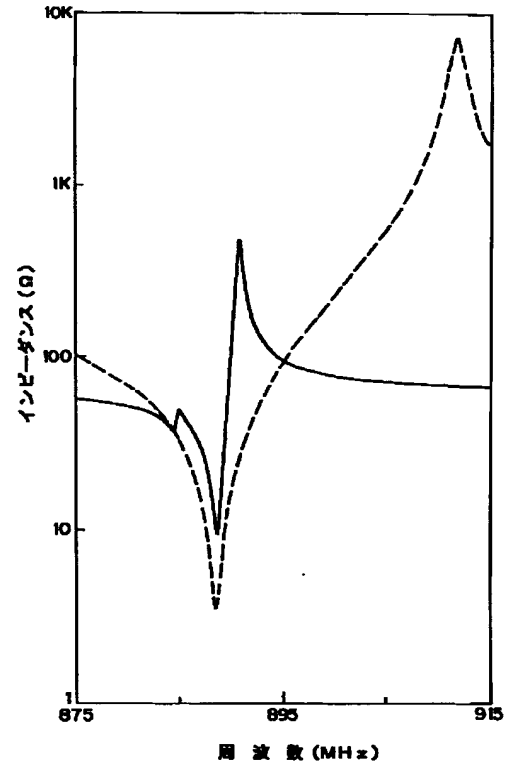
【図12】



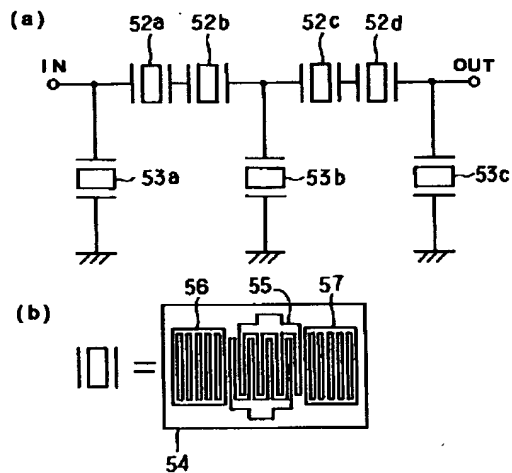
【図14】



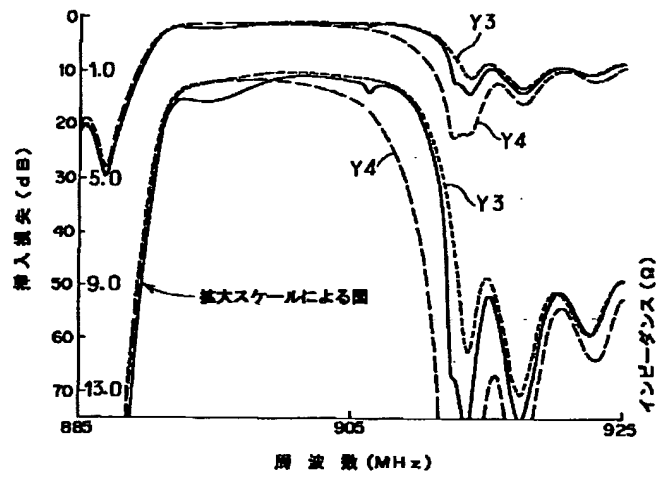
【図15】



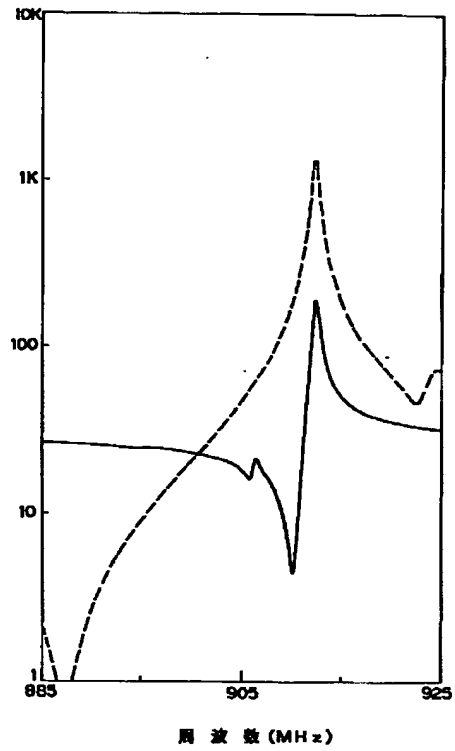
【図22】



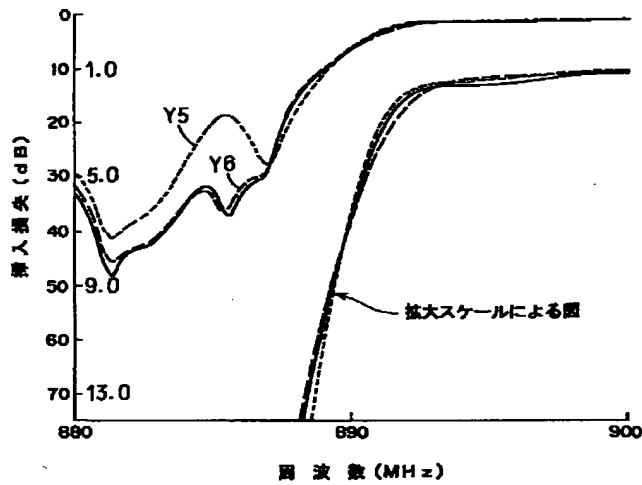
【図17】



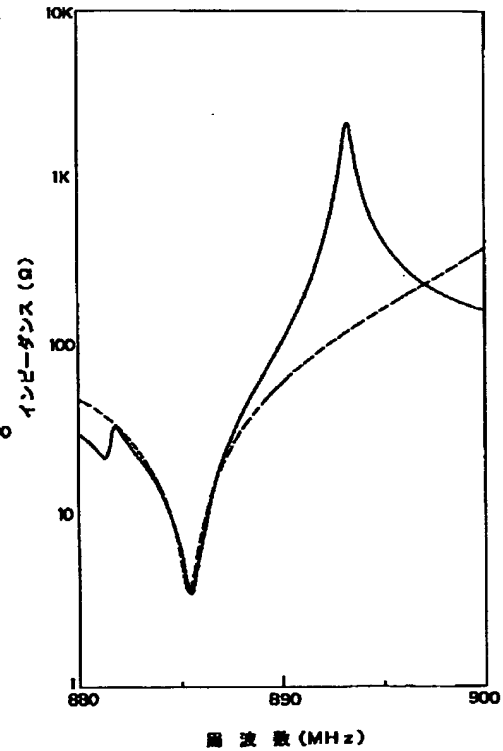
【図18】



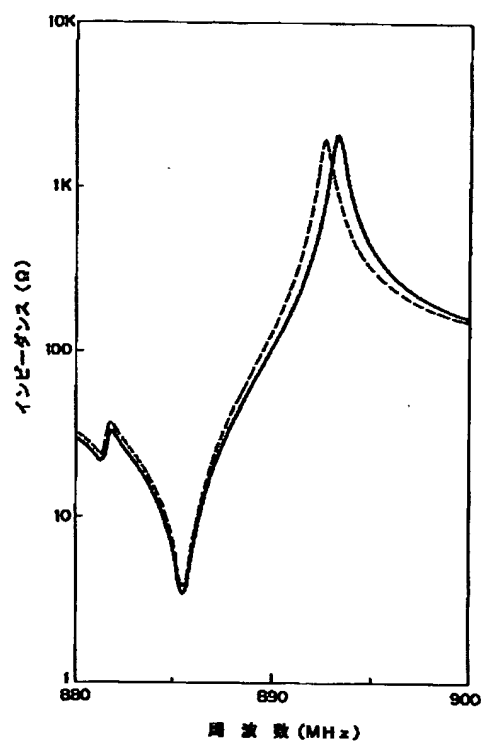
【図19】



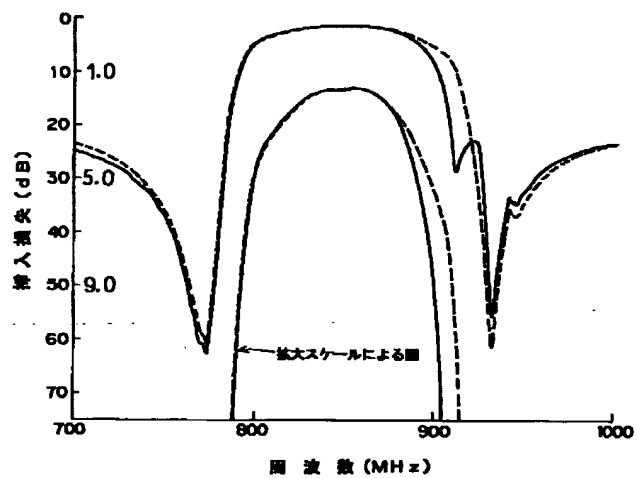
【図20】



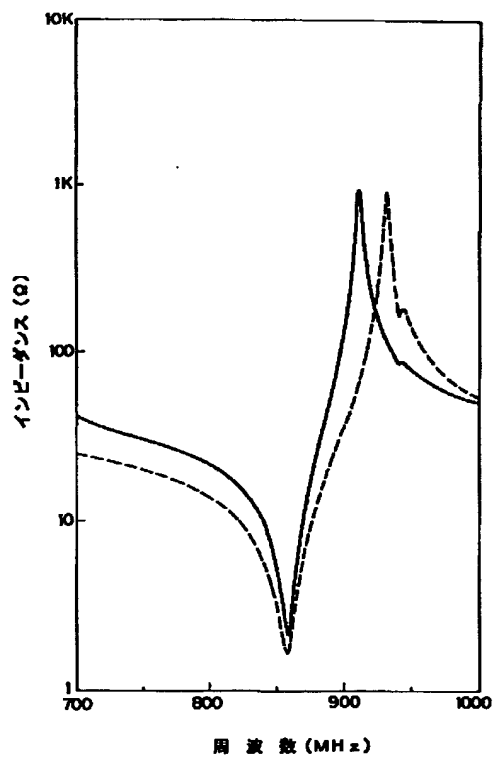
【図21】



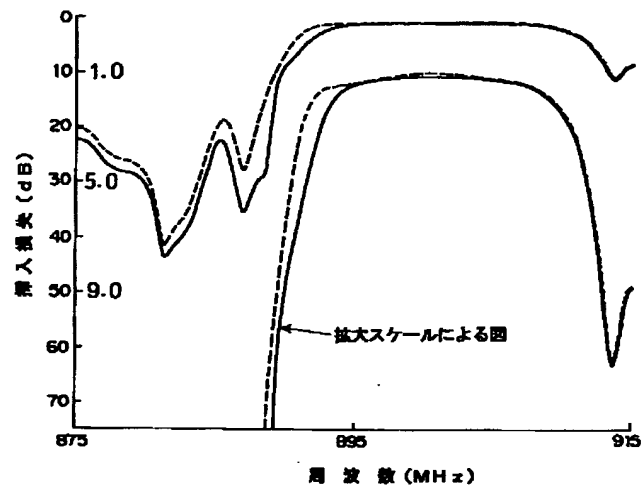
【図23】



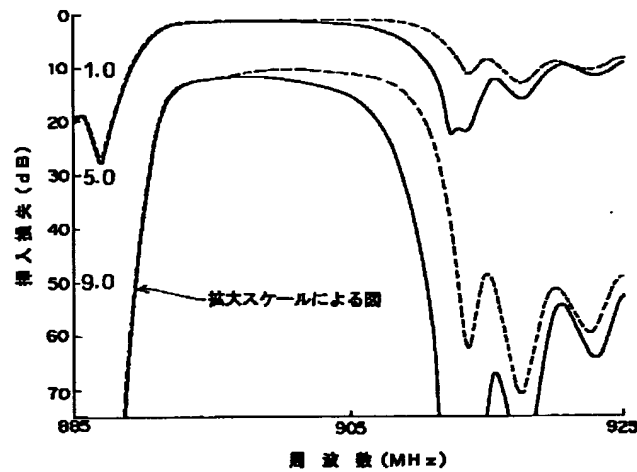
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J097 AA01 AA16 AA18 BB01 BB11
 CC03 CC04 CC14 DD13 DD15
 DD16 GG03 GG05 KK01 KK03
 KK09